

大连市传染病医院扩建项目

大连市公共卫生临床中心

案例项目总建筑面积为 28900 平方米，占地面积为 19082.9 平方米。主要包含应急医疗楼和综合服务楼各一栋，以及垃圾用房、地上连廊、地下连接通道等相关配套设施。其中应急医疗楼为地上十层，地下二层，建筑面积为 22810 平方米（地上建筑面积为 16200 平方米，地下车库面积为 6610 平方米），设计床位 300 张。项目整体达到中国绿色建筑二星级标准，其中，综合服务楼采用国家标准《近零能耗建筑技术标准》（GB/T51350-2019）的要求进行设计与建造，建筑地上六层，建筑面积为 4000 平方米。平时主要功能为科研、远程会诊、培训、会议、办公等。如遇战时（重大疫情），快速响应为满足医护人员休整备勤区域使用功能。案例采取“被动优先、主动优化、经济适用”的技术原则，将使用性能与增量成本达到最佳平衡，在提供舒适、健康及安全的室内环境前提下，大幅降低项目运行能耗及维护成本。因“室”制宜，保证平时办公人员工作及战时医护人员休整期间的房间空气品质及舒适性要求。保证“平战结合”无差异化功能切换的前提下，实现一年四季维持恒温、恒湿、恒氧、恒静、恒洁的高标准室内环境品质。

一、案例背景

（一）项目发起原因

1. 环境保护与可持续发展

随着全球对环境保护意识的增强，绿色医院建设项目响应了节能减排、资源高效利用的号召。通过采用环保材料、节能技术及可再生能源，减少建筑对环境的影响，符合可持续发展的要求。



2. 提升患者康复环境

研究表明，良好的自然光照、空气质量以及宜人的室内外环境能够促进患者的身心恢复。绿色医院通过优化建筑设计，如增加自然采光、改善通风、设置绿地花园等，为患者提供更加舒适的治疗和康复环境。

3. 经济效益

绿色医院通过降低运营成本（如能源消耗减少）、提高工作效率和患者满意度，长期来看能带来经济上的回报。

4. 社会责任与品牌形象

建设绿色医院体现了医疗机构的社会责任感，有助于提升医院的品牌形象，吸引更多患者和优秀医疗人才。

5. 政策支持与法规要求

许多国家和地区开始出台相关政策和标准，鼓励或要求新建或改建的医院项目符合绿色建筑标准，以推动整个行业的绿色发展。

（二）项目实践能够带来的作用

1. 降低医院运营维护费用

医院建筑使用功能的复杂性及医疗服务的特殊性，使得目前大部分医院建筑使用能耗远高于其他公共建筑，是一般公共建筑的 2-4 倍。其主要原因：在医院建设过程中，注重功能和外观而忽视运行能耗，金属结构玻璃幕墙类的建筑形式能耗相对较大，直接导致运行费用的增加；设备设计选型过程中，没有为节能运行多做考虑，以致设备系统运行调节能力较差，且设备长时间使用，也导致运行费用的提高。考虑能耗年增长，每 8 年至 10 年，能耗相关的运营费用相当于一所同等规模的新建医院投资。经测算采用近零能耗建筑理念进行建设和运营，每年节省能耗费用 30%—40%，约 17 年能耗相关的运营费用就相当于一所同等规模的新建医院投资。

2. 建设费用更具经济性

采用近零能耗建筑理念设计，可以大幅降低医院建筑立面的建设费用，同时实现高品质建筑的目标。同时，被动式建筑可大幅度降低医院建筑物自身的能耗需求（非医疗设备能耗），使之配套的机电设备容量及数量大幅缩减。再者，目前近零能耗建筑土建综合造价成本比传统建筑



高 20%—30%，每平方米高 1000 元左右。但近零能耗建筑相较于常规公共建筑的节能设计潜力巨大，在建设阶段可以大幅缩减机电配套设备或系统，可减少装修工程费用，结合土建成本上升，近零能耗建筑综合成本比传统建筑高 5%—10%。

3. 促进医疗系统绿色节能发展

传统医院相比，采用近零能耗建筑理念建设的医院，将全面提升项目的各项标准，在近零能耗、高品质、全过程可控制、集成一体化等特征的建筑设计中，也将建成具有国际先进水平的医疗示范工程。同时，可以为医院管理者提供新的医院管理思路，通过被动式技术降低每年运营费用，极大缓解运营压力，平衡医院运营财务。最主要的是为患者提供远超传统医院的健康环境，让医疗产业实现真正的绿色。

4. 以点带面带动建筑业转型发展

住建部《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》提出，到 2020 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1000 万平方米以上，我国要把近零能耗建筑作为建筑领域“推动能源消费革命，控制能源消费总量”的重要抓手。近零能耗建筑及其关联产业正处于方兴未艾、大力推进阶段，医院建设要抢抓此次建筑产业转型升级的难得机遇。如果能以本项目作为示范类项目，在全国进行宣传，不但能够提高本院的知名度，更能够以此为突破口，带动建立近零能耗建筑产业链条，帮助一批建筑设计、施工、新型建材、部品部件建造、运维的企业转型升级，对推动建筑业发展意义重大。

（三）主要执行团队简介

大连市结核病医院作为本案例项目建设单位，是一所主要负责大连地区结核病及肺部疾病的诊断、治疗、预防、培训和科研工作的专科医院，是一所重点突出、科系齐全、专家荟萃，融医疗、预防、科研于一体的市级医院，也是大连市唯一的结核病防治专科医院。

都市发展设计集团有限公司作为本案例项目技术支撑单位，是一家建筑领域的创新型科技企业，在近零能耗、零碳建筑领域拥有国际一流、国内领先的设计及施工技术和经验。形成了以可再生能源技术、储能技术、智慧能源技术与近零能耗、零碳建筑相结合的核心服务根基。集团在全国各地承揽各类零碳体系全过程咨询、方案设计、建筑物理设计、施工及检测等业务内容，完成近零能耗建筑认证项目十余项。



二、实践举措

（一）实施路径

1. 规划与设计阶段：

目标：确立绿色医院建设的总体框架和长远目标，确保设计符合绿色建筑标准。

实施路径：

成立专项小组，研究国内外绿色医院标准（如近零能耗、PHI、LEED、BREEAM 等），结合本地实际情况，制定适合本院的绿色建设标准。

在新建筑或改造项目的设计阶段，融入绿色理念，如优化建筑朝向以利自然采光通风，制定合理暖通空调方案、选用绿色建材材料等。

进行生命周期成本分析，确保设计方案的经济性和可持续性。

项目遵循国家标准《近零能耗建筑技术标准》（GB/T51350-2019）进行设计。项目采用的近零能耗建筑技术措施包含：高性能保温系统；高性能门窗系统；无热桥设计；优良气密性；智能自学习楼板蓄能系统；高效热回收新风系统；置换式地板通风系统；基于物联网云平台的智能光环境系统；可再生能源应用等。

2. 工程建设阶段：

目标：有效降低了施工能源消耗，达到了绿色施工的目标。

实施路径：

采用设计单位牵头的 EPC 工程总承包的建设模式，由设计提供全过程技术服务，保证了项目的高品质和高性能。

为确保施工质量，本工程将选用具有一定经验且具有相应技术实力和具有可靠质量保证能力的施工人员，以保证各系统的质量稳定、供货及时，满足现场要求，确保工程质量。

3. 建成调试阶段：

目标：绿色医院系统的联合调试是一个多学科、多环节协同作业的过程，旨在确保所有绿色建筑特征和节能减排系统能够协同工作，达到预期的性能指标。

实施路径：

准备阶段：组建联合调试团队；基于项目特点和绿色医院建设目标和联合调试计划，明确调



试范围、标准、流程、时间表及责任分配；

单系统调试 + 系统集成调试：对各个独立系统逐一测试，验证设备安装是否正确，功能是否正常，性能是否达标；记录测试问题及时进行故障诊断与修复；模拟实际运行场景，测试各系统间的联动性；通过集成测试，验证整体能源管理等绿色功能是否达到设计预期。

用户培训与反馈：对医院运营团队进行培训，确保能熟练掌握绿色系统日常操作和基本故障排除方法；调试过程中收集医院员工患者的意见和建议，对系统微调提升用户体验。

后期运维规划：编制详细的运维手册，涵盖系统操作指南、维护计划、应急处理程序等；建立绿色医院运维管理体系，确保绿色特性长期有效。

4. 绿色交通与空间优化阶段：

目标：促进低碳出行，优化院内空间布局。

实施路径：

鼓励使用公共交通，设置电动汽车充电站，优化自行车停车区。

优化院内交通流线，减少车辆拥堵，提升行人安全性。

绿化院区，增加绿色开放空间，提升患者及员工的身心健康。

5. 监测、评估与持续改进阶段：

目标：建立持续改进机制，确保绿色医院建设目标的长期达成。

实施路径：

建立全面的环境及能耗监测系统，定期评估各项绿色措施的实施效果。

根据评估结果调整策略，设定新的阶段性目标。

鼓励创新，持续探索新技术、新材料的应用，推动绿色医院建设的深入发展。

（二）具体举措

1. 典型建设举措

本项目以近零能耗建筑绿色医院为核心，通过能源设计、专项设计、专项施工、设备调试和运维管理等五个方面的专项工作来实现近零能耗的节能低碳舒适效果。其中：

（1）能源设计

在项目初始阶段确认好整个建筑节能减碳的前端策略，因地制宜规划好适用于项目场地和气候条件的可再生能源，并对能源需求进行模拟计算，通过估算、粗算和精算的不断优化，最终根



据计算结果调整建筑方案、建筑朝向等内容。

（2）专项设计

包括高性能围护结构设计、气密性设计和无热桥设计、蓄能系统设计以及智慧光照环境等等，最具特色的是本项目应用了都市发展设计集团自主研发、国际领先的自主预判学习、分区独立控制的楼板蓄能系统，该系统冬天供暖、夏天制冷，一方面通过楼板辐射热量，完全没有传统空调系统的吹风感，非常舒适；另一方面可以自主学习室内使用者的习惯，在每个房间保持不同的温度，真正意义实现低碳化人性化的温湿度独立控制目标。

（3）专项施工

本项目采用设计单位牵头的 EPC 工程总承包的建设模式，由设计提供全过程技术服务，保证了项目的高品质和高性能。本项目外墙结构使用了都市发展设计集团自主研发、生产的新型装配式外墙保温集成挂板系统，集围护墙体、高性能保温系统和外饰面于一体，突破传统施工工序的限制，保证建筑优良性能同时，极大缩短施工时间和降低高空作业危险性。项目建设中涉及了大量的主体及机电系统整合式施工和调试内容，包含楼板蓄能系统盘管绑扎、网拍焊接等若干高技术含量工序，有效降低了施工能源消耗，达到了绿色施工的目标。

（4）设备调试

本项目包含可再生能源热泵系统、空调水系统、新风热回收系统、蓄能系统、光照环境、电梯系统等分项系统，系统间实现了联合调试。以都市发展设计集团研发的基于物联网云平台的智能光环境控制系统为例，通过综合调试，该系统可实现通过追踪太阳光光线，将外遮阳百叶帘和智能灯具联动控制，实现室内的自动感应、恒照度和无眩光，从而在提升室内光照舒适环境的前提下实现低碳智慧控制目标。

（5）运维管理

本项目搭载了近零能耗建筑运维监测平台，采用集散式的网络结构模式，实现对各类供能设施自动监视、测量和有关数据的实时采集、分析、处理，以达到整体建筑设备的安全可靠运行和实现能源与人力最大化节约的目的。

2. 创新建设举措

（1）全新的外墙保温集成系统



采用自主研发的全新外墙保温集成系统，于地面或工厂内将外墙、保温以及饰面层做法集成一体，通过吊装方式与结构主体连接的装配式体系。有效规避了传统薄抹灰保温系统经常出现脱落、空鼓、开裂、渗漏等现象，大幅度缩短施工人员高空作业时间，降低了施工安全风险。

(2) 基于物联网的室内光环境智能控制系统

综合考虑建筑采光、遮阳与照明，是项目自主研发创立的智慧光环境体系。智能遮阳系统保证最大采光的同时，隔绝建筑多余的热，有效降低夏季制冷能耗。配合智能工位灯，根据室外光线的明暗，自动调整自身照度，保证工作面舒适度并最大程度降低室内照明能耗。

(3) 基于 AI 自学习的楼板蓄能系统

将辐射式管路预埋于楼板混凝土层中，利用混凝土蓄热蓄冷及热惰性能力，通过楼板辐射制冷和采暖。楼板蓄能系统基于气象预测，拥有自主学习、自我修正的能力。利用微型气象站及监控传感器实时采集气象数据、建筑本体数据、室内设计参数，通过 AI 算法推算实际供应能耗量及蓄能时间，通过运行数据持续修正，不断适应系统实际运行中的复杂因素，调整蓄能楼板的运行方式，使系统的运行趋于节能化、标准化、定制化。借助峰谷电价差优势，实现低成本、低耗能、高舒适性的使用需求。

(三) 资源配置

1. 人力资源保障：

成立了由高层领导挂帅的绿色医院建设领导小组，确保战略方向的正确与资源的高效调配。

组建专项工作小组，涵盖建筑设计、能源管理、环境保护、财务管理等多领域专家，负责具体方案的策划与执行。

开展全员绿色医院建设培训，提升员工环保意识和专业技能，确保绿色理念深入人心。

2. 财政资金保障：

项目立项之初已对绿色医院建设事宜予以考虑，申请财政资金为项目提供充足的资金支持。

实施严格的预算管理和成本控制，确保每一分钱都用在刀刃上，提高资金使用效率。

3. 物资与技术保障：

优选绿色建筑材料和高效节能设备，与信誉良好的供应商建立长期合作关系，确保物资供应的稳定性和质量。



引进并应用最新环保技术和智能化管理系统，如智能能源监控、污水处理回用技术等，提升医院的绿色技术水平。

4. 制度与政策保障：

制定和完善绿色医院建设管理制度，包括绿色采购政策、能源管理规定、废弃物处理流程等，确保各项活动有章可循。

建立绿色绩效评价体系，定期对绿色建设成效进行评估，根据评估结果及时调整策略，持续改进。

加强与政府部门的沟通协调，争取更多政策支持和指导，确保项目符合国家和地方的环保法律法规要求。

5. 信息与宣传保障：

建立绿色医院的能耗公开平台，上传至大连市能耗管理平台。

通过政府有关部门、设计单位、媒体、绿色建材相关厂家、院内宣传栏等多种渠道，加大对绿色医院理念的宣传力度，举办多次省内外交流会，提升公众认知和支持度。

通过上述全方位的资源保障，我们为绿色医院建设项目的成功实施奠定了坚实基础，推动了医院向更加可持续、环保的方向发展。

（四）难点风险

在推进绿色医院建设的实践中，我们也遇到了一系列挑战与阻力，主要包括以下几个方面：

1. 初期投资成本高

绿色医院的建设往往需要较大的初期资金投入，比如高效节能设备的购置、绿色建筑材料的应用等，这给医院的财务状况带来一定压力，我们在立项初期就设定了绿色医院的目标，为资金分配提供保障。

2. 技术与知识障碍

节能降碳技术应用在绿色医院建设中势在必行，但仍然面临着一些技术挑战和难点。这些挑战主要涉及技术成熟度、成本效益、技术集成和操作管理等方面。节能降碳技术应用通常需要使用一些新型建筑技术和设备，如新型的建筑外墙材料和能源回收技术，这类技术的实施需要依赖较为专业的队伍。同时，对医院这种大型建筑全面采用绿色医院标准，会带来一定规模的增量成本，



因此，确保这些技术的可靠性和稳定性，以及在技术选择和实施过程中进行充分的经济评估和成本效益分析是一个重要的考虑因素。

3. 政策与法规适应性

绿色医院建设中会涉及到多个领域的技术和设备，如被动式建筑设计、主动式高效能设备、智慧化管控系统等，由于目前针对超低能耗技术的在运营阶段的规范和标准相对较少，缺乏一致的指导和评估体系，因此，在建设过程中不仅需要建立适用于降低能耗技术的规范和标准，以指导设计、实施和运营过程，也要解决不同技术之间的接口问题和兼容性难题，在整体上进行集成和协同，以实现最大的能源效益和综合优化。

4. 持续运营与维护问题

虽然绿色设施在长期能节省能源和资源，但其维护要求可能更高，包括定期检查、清洁和更换高效设备部件等，需要有专业的团队和预算支持，以保证系统长期有效运行。

5. 公众认知与接受度

尽管绿色医院的理念日益受到重视，但仍有一部分公众可能对其必要性和效益持怀疑态度，特别是当绿色措施涉及到个人便利性调整时，如何有效沟通和提升公众认知成为一个挑战。另外，改变长期以来形成的医疗作业习惯和患者就医习惯也是一项艰巨任务。例如，推广电子病历减少纸张使用、实行垃圾分类等，需要时间和持续的教育引导，以克服惯性阻力。

面对这些阻力和难点，我们采取了积极应对策略，包括寻求政府补助与贷款支持、加强员工培训与公众宣传、建立长期合作伙伴关系等，以确保绿色医院建设的顺利推进和持续发展。

三、建设成效

1. 目标达成情况及节能减碳效果

项目建成运行能耗方面，建筑综合节能率将达到 68%，在国家认证标准的基础上提升了 20%，建筑本体节能率达到了 56%，相较国家认证标准又提升了 90%。本项目完全取消了传统市政供暖，少量的供暖制冷能耗均通过可再生能源提供，可再生能源利用率达到了 27%，是国家认证标准的 2.7 倍。项目运行周期内碳排放方面，建筑年二氧化碳排放量从 25.7 万吨下降至 3.2 万吨，



降幅达 88%。项目投入使用后，整个建筑可以用恒温、恒湿、恒氧、恒静、恒洁的“五恒标准”来描述，比如全年室内温度均处于 20 摄氏度～26 摄氏度恒定区间，冬天相对湿度不低于 30%，夏天相对湿度不高于 55%，舒适性和节能减碳效果非常明显。

项目建设中勇于践行双碳理念，是辽宁省首座按照中国近零能耗建筑技术标准、德国被动房（PHI）认证 premium 级标准以及绿色建筑评价标准进行设计与建设的绿色低碳节能建筑项目，是大连市政府推动的先行试点工程，也是大连市践行碳中和理念、推进城市更新行动以及激发建筑业高质量发展的重点示范工程。该项目大幅度减少二氧化碳排放量，降低建筑能耗，提高了能源利用率，对实现“双碳”目标有重要示范意义。

2. 学术成果及社会效益

大连市委市政府贯彻落实习近平总书记的指导方针，高度重视新冠肺炎疫情防控，大连市传染病医院扩建项目应运而生。项目入选《近零能耗建筑百佳案例》，设计过程中应用的技术申请多项国家专利。项目建成后，平时主要承载科研功能，如遇重大疫情作为医护人员休整备勤区域，满足疫情期间医护工作人员休整使用，将成为应对突发传染性疾病疫情的重要应急医疗中心。

3. 获得奖项

- (1) 《住房和城乡建设部科技示范项目》（项目编号：2021-S-015）
- (2) 中国近零能耗建筑认证标识（设计认证）
- (3) 中国近零能耗建筑认证标识（竣工认证）
- (4) 入选中国《近零能耗建筑百佳案例》著作
- (5) 辽宁省建筑业协会绿色建造示范工程
- (6) 大连市近零能耗建筑示范项目——大连市绿色建筑行业协会
- (7) 2023 年大连市绿色建筑与建筑节能示范项目——装配式建筑示范项目——大连市住房和城乡建设局
- (8) 2023 年大连市绿色建筑与建筑节能示范项目——超低（近零、零）能耗建筑示范项目——大连市住房和城乡建设局





图 1 相关获奖照片（节选）

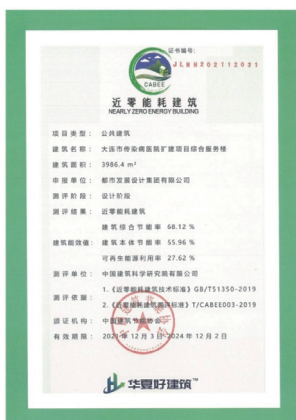


图 2 近零能耗建筑认证标识（设计阶段）

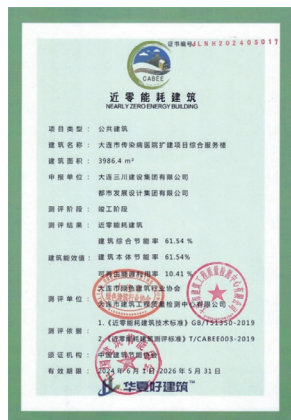


图 3 近零能耗建筑认证标识（竣工阶段）

四、经验总结

在推进绿色医院建设的过程中，我们积累了一系列宝贵经验，旨在提升医疗服务的可持续性与环境友好性。以下是我们实践中总结的、可供其他机构普及推广的关键经验：

1. 领导力与规划先行

高层管理的坚定支持是绿色医院建设的基石。我们首先成立了跨部门的绿色委员会，负责制定长期绿色发展战略和实施计划，确保环保理念贯穿于医院运营、建筑设计、能源使用等各个方面。

2. 能效优化与清洁能源利用

在新建筑中采用绿色建筑材料和设计、安装人感 LED 照明、自动遮阳百叶、高效节能空调系统、自然采光等，显著降低了能耗。同时利用空气能设备，减少对化石燃料的依赖。

3. 水资源管理与循环利用



推广使用节水器具，减少水资源浪费。建立医疗废水处理系统，确保废水安全排放或回收利用，保护地下水资源。

4. 垃圾分类与资源回收

推行严格的垃圾分类政策，设置明确标识的分类垃圾桶，提高医患人员的环保意识。与专业公司合作，实现医疗垃圾的安全处置和资源化利用，减少垃圾填埋量。

5. 绿色交通与出行

鼓励员工及访客使用公共交通工具，减少碳排放。内部推行电动或混合动力救护车及服务车辆，降低尾气排放。

6. 绿色采购与供应链管理

优先采购环保认证的药品、医疗器械和办公用品，支持可持续发展的供应商，形成绿色供应链体系。定期评估供应商的环保绩效，持续优化采购策略。

7. 患者与员工教育

开展定期的环保教育和培训项目，增强全体员工的环保意识和参与度，同时也向患者及其家属传播绿色生活理念，形成良好的社会示范效应。

8. 持续监测与改进

建立全面的环境监测系统，定期评估绿色措施的效果，根据数据反馈不断调整和优化策略。公开环境绩效报告，增加透明度，接受社会监督。

通过这些具体措施的实施，我们不仅有效减少了医院运营对环境的影响，还提升了医院的整体运营效率和患者就医体验，展现了绿色医院建设的社会责任和长远价值。这些经验为其他医疗机构提供了可借鉴的模式，共同推动全球医疗卫生行业的绿色发展。

案例撰稿人：

邱茂贵（后勤管理部科长）

姚小龙（后勤管理部科员）

